

PAT-NO: JP02001093882A  
DOCUMENT- JP 2001093882 A ✓  
IDENTIFIER:  
TITLE: TEMPERATURE MEASURING DEVICE AND VACUUM  
TREATING DEVICE EQUIPPED WITH THE SAME  
PUBN-DATE: April 6, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAMAGAWA, KOICHI	N/A
KONDO, TOMOYASU	N/A
NAKAJIMA, KOICHI	N/A
KODAIRA, SHUJI	N/A
MORIMOTO, NAOKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ULVAC JAPAN LTD	N/A

APPL-NO: JP11268328  
APPL-DATE: September 22, 1999

INT-CL H01L021/3065 , G01J005/02 , H01L021/205 ,  
(IPC): H01L021/66

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technique for accurately measuring the temperature of a substrate during vacuum treatment.

SOLUTION: A substrate placing plate 14 is provided with a hole 5, so that an optical path body 4 can be inserted and arranged. The upper top end part of the optical path body 4 is arranged, so as not to be brought into contact with a substrate 12 on the substrate-placing plate 14, the lower part of the optical path body is derived airtightly outside a vacuum tank 11, and an infrared detector 6 is mounted on the end top part. Infrared rays emitted from the back face of the substrate 12 are received by an infrared receiving part 61 in the infrared detector 6, so that the temperature of the substrate 12 can be measured accurately. The infrared detector 6 is provided with an infrared-transmitting part 62, and the emissivity of the substrate 12 is calculated from the quantity of the infrared rays reflected on the back face of the substrate 12, so that the temperature can be measured exactly.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-93882

(P2001-93882A)

(43) 公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 L 21/3065		G 0 1 J 5/02	K 2 G 0 6 6
G 0 1 J 5/02		H 0 1 L 21/205	4 M 1 0 6
H 0 1 L 21/205		21/66	T 5 F 0 0 4
21/66		21/302	A 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-268328

(22) 出願日 平成11年9月22日(1999.9.22)

(71) 出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72) 発明者 玉川 孝一

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術

株式会社裾野工場半導体技術研究所内

(72) 発明者 近藤 智保

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術

株式会社裾野工場内

(74) 代理人 100102875

弁理士 石島 茂男 (外1名)

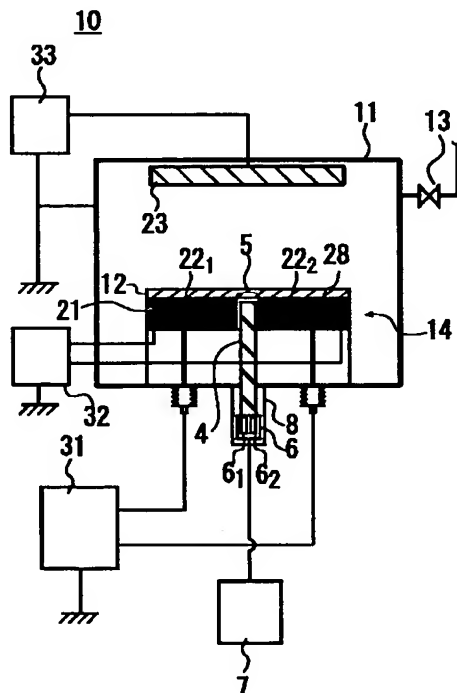
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度測定装置、及びその温度測定装置が設けられた真空処理装置

(57) 【要約】

【課題】 真空処理中の基板温度を精度よく測定できる技術を提供する。

【解決手段】 基板載置台14に孔5を設け、光路体4を挿入配置する。光路体4の上部先端部分は、基板載置台14上の基板12と接触しないように配置し、下部は真空槽11外に気密に導出し、その先端部分に赤外線検出装置6を取り付ける。基板12裏面から放射された赤外線は赤外線検出装置6内の赤外線受光部61によって受光され、正確な温度測定が行われる。赤外線検出装置6内に赤外線送光部62を設けておき、基板12裏面で反射された赤外線の光量から、基板12の放射率を求めると正確な測定を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】表面に処理対象の基板が載置される基板載置台と、  
前記基板載置台に設けられた孔と、  
前記孔内に挿入され、一端が前記基板表面近傍に配置された赤外線的光路体を有する基板載置装置。

【請求項2】前記基板載置台内部には静電吸着電極が設けられ、前記静電吸着電極に電圧を印加すると、載置された基板を静電吸着できるように構成された請求項1記載の基板載置装置。

【請求項3】前記基板載置台内部にはヒータが設けられた請求項1又は請求項2のいずれか1項記載の基板載置装置。

【請求項4】請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載の基板載置装置と、赤外線検出装置とを有する温度測定装置であって、  
前記赤外線検出装置は、前記光路体の前記基板表面側とは反対の端部に取り付けられた温度測定装置。

【請求項5】前記赤外線検出装置には、前記基板載置台上に載置された測定対象物から放出され、前記光路体に入射した赤外線を検出する赤外線受光部が設けられた請求項4記載の温度測定装置。

【請求項6】前記赤外線受光部は、前記測定対象物の放射率が0.6以上となる波長の赤外線を検出できるように構成された請求項5記載の温度測定装置。

【請求項7】前記赤外線検出装置には赤外線送光部が設けられ、  
前記赤外線送光部から射出された赤外線が前記光路体を通して前記測定対象物に照射され、前記測定対象物で反射された反射赤外線が前記光路体を通して前記赤外線受光部で受光されるように構成された請求項5又は請求項6のいずれか1項記載の温度測定装置。

【請求項8】前記赤外線送光部は、前記測定対象物の放射率が0.6以上となる波長の赤外線を射出するように構成された請求項7記載の温度測定装置。

【請求項9】前記反射赤外線の検出結果と、前記測定対象物から放出された赤外線の検出結果とから、前記測定対象物の温度を求めるように構成された請求項7又は請求項8のいずれか1項記載の温度測定装置。

【請求項10】真空槽と、請求項4乃至請求項9のいずれか1項記載の温度測定装置を有し、前記真空槽内に前記基板載置装置が配置された真空処理装置であって、  
前記光路体の前記基板表面側とは反対の端部は、前記真空槽外に気密に導出され、前記赤外線検出装置は前記真空槽外に配置された真空処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は真空処理中の基板の温度測定を行う技術分野にかかり、特に、赤外線を用いて温度測定を行う技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年では、半導体デバイスが増々微細化し、また、大口径の基板(ウェハ)が使用されることからプロセスを精密に制御する技術が求められている。真空雰囲気中でプロセスを制御するためには、基板の温度を正確にモニターする技術が必要となる。

【0003】従来技術の温度モニター方法を説明すると、図2には、従来技術の真空処理装置の一例として、エッチング装置110が示されている。このエッチング装置110は、真空槽111を有しており、該真空槽111の底壁上に静電吸着装置114が配置されている。

【0004】静電吸着装置114は、誘電体材料121と、該誘電体材料121内に埋め込まれた正負の静電吸着電極122<sub>1</sub>、122<sub>2</sub>とを有している。各静電吸着電極122<sub>1</sub>、122<sub>2</sub>は、真空槽111外に配置された電源131に接続されており、それぞれ正電圧と負電圧が印加されるように構成されている。

【0005】誘電体材料121には孔105が設けられており、該孔105内には赤外線検出装置106が配置されている。この赤外線検出装置106は、真空槽111外に配置された測定装置本体107に接続されている。

【0006】真空槽111の天井側には、カソード電極123が配置されており、真空槽111内を真空排気した後、ガス導入系113からエッチングガスを導入し、カソード電極123に電圧を印加すると、カソード電極123近傍にプラズマが生成されるように構成されている。

【0007】符号112は処理対象の基板であり、静電吸着装置114上に配置されている。静電吸着装置114内には図示しないヒータが配置されており、そのヒータによって所定温度に加熱されている。

【0008】基板112を静電吸着装置114上に載置した状態でカソード電極123近傍にプラズマを生成させると基板112表面がそのプラズマに曝され、プラズマ中で活性化されたエッチングガスにより、基板112表面のエッチングが行われる。

【0009】赤外線検出装置106は基板112の裏面に近接して配置されており、基板112が昇温し、基板112裏面から赤外線が放射されると、その赤外線は赤外線検出装置106によって検出される。検出結果は測定装置本体107に送信されると、測定装置本体107によって基板112の温度が測定される。上記のように、基板112裏面から放射される赤外線を検出すると、エッチング等の真空処理中の基板112についても温度測定を行うことが可能となる。

【0010】しかしながら測定対象の基板から放射される赤外線の強度は、基板中の不純物濃度、基板表面の形状、形成されている薄膜の種類(金属膜やシリコン酸化膜等)等の要因によって異なる値となる。従って、複数

の基板の温度を測定する場合、各基板から放射、及び検出される赤外線強度が同じ値であっても、基板の温度が等しいとは限らない。

【0011】そこで従来技術では、プロセスを開始する前に、実際に真空処理を行う基板と同じ種類の基板に熱電対を取り付け、その基板を真空槽111内に搬入し、熱電対と赤外線検出装置106とによって温度測定を行い、測定装置本体107が示す温度と、熱電対が測定した温度との関係を予め求めておき、実際のプロセスでは、測定装置本体107が示す温度を、予め求めて置いた関係から補正し、正確な温度を得るようにしていた。

【0012】しかしながら上記のような方法は、基板の種類毎に熱電対を用いた測定が必要となり、煩雑である。

【0013】また、測定対象物の基板がシリコン単結晶の場合には、赤外線の波長が $1.0 \times 10^{-6}$  m以上の場合と、 $1.0 \times 10^{-6}$  m未満の場合とで、基板の透過率が大きく変化することが知られている。

【0014】図3に示したグラフは、シリコン基板の温度と放射率の関係を示している。波長が $1.0 \times 10^{-6}$  mよりも大きい場合には、特に基板が低温のときに半透明の状態になることを示している。

【0015】このように、波長が $1.0 \times 10^{-6}$  mよりも大きい赤外線に対しては、基板は半透明な状態になるため、基板表面に形成されたプラズマが放射する赤外線が基板を透過してしまう。この場合、基板裏面に配置された赤外線検出装置106がその赤外線を検出すると、基板112の温度が正確に測定できなくなるという問題がある。

【0016】他方、基板112が不透明な状態になる波長 $1.0 \times 10^{-6}$  m未満の赤外線を測定しようとする、基板112から放射される赤外線の強度が低く、上記のような赤外線検出装置106では、静電吸着装置114から放出される赤外線が赤外線検出装置106内に侵入し、測定誤差をもたらすため、基板温度を精度良く測定できないという問題がある。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記従来技術の不都合を解決するために創作されたものであり、その目的は、真空雰囲気での処理中に、基板温度を精度よく測定できる技術を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】放射温度計は、測定対象物から放出される電磁波の性質が、測定対象物の温度と一定の関係があることを利用した温度計である。よく知られているように、完全放射体(黒体)の表面から放出される電磁波は、下記プランクの公式で表される。

【0019】

【数1】

$$L(\lambda, T) = \frac{2C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left[\frac{C_2}{\lambda T}\right] - 1}$$

$L(\lambda, T)$ : 波長 $\lambda$ 、温度 $T$ における分光放射輝度

$C_1$ : 放射の第1定数 $= 5.9548 \times 10^{-17} \text{ W} \cdot \text{m}^2$

$C_2$ : 放射の第2定数 $= 0.014388 \text{ m} \cdot \text{K}$

【0020】図4のグラフに黒体の分光放射輝度を示す。この図から以下のことが分かる。

(1) 温度が低いほど熱放射エネルギーが減少する。

(2) 温度が低くなるほど熱放射エネルギーの波長分布が長波長側にずれる。

【0021】実際の測定対象物は不完全放射体であり、測定対象の放射率を $\epsilon$ とすると、放射温度形の見かけの指示温度 $S$ と実温度 $T$ は、下記式、

$$L(\lambda, S) = \epsilon \cdot L(\lambda, T)$$

で関係付けられる。従って、波長 $\lambda$ 、測定対象物の指示温度 $S$ 、放射率 $\epsilon$ が分かれば、測定対象物の実温度 $T$ を求めることができる。

【0022】他方、測定対象物の吸収率 $\alpha$ と、反射率 $\rho$ と、透過率 $\tau$ の間には、次式の関係がある。

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

【0023】熱放射平衡状態でのKirchhoffの法則によれば、物質の放射率 $\epsilon$ は吸収率 $\alpha$ に等しい。更に、測定対象物が不透明の場合、 $\tau = 0$ であるから、放射率 $\epsilon$ は、下記式で表せる。

$$\epsilon (= \alpha) = 1 - \rho$$

【0024】結局、測定に用いる赤外線波長に対し、測定対象物の透過率 $\tau$ がゼロであれば、測定対象物の反射率 $\rho$ を測定すると、放射率 $\epsilon$ を求めることができる。

【0025】反射率 $\rho$ の測定と、放射率 $\epsilon$ に基づいた温度測定を行うためには、測定対象物が反射又は放射する赤外線を受光素子まで導く技術が必要となる。

【0026】本発明は上記知見に基づいた技術を真空雰囲気中のプロセスに応用したものであり、その請求項1に記載された発明は、基板載置装置であって、表面に処理対象の基板が載置される基板載置台と、前記基板載置台に設けられた孔と、前記孔内に挿入され、一端が前記基板表面近傍に配置された赤外線の光路体を有することを特徴とする。請求項2記載の発明は、請求項1記載の基板載置装置であって、前記基板載置台内部には静電吸着電極が設けられ、前記静電吸着電極に電圧を印加すると、載置された基板を静電吸着できるように構成されたことを特徴とする。請求項3記載の発明は、請求項1又は請求項2のいずれか1項記載の基板載置装置であって、前記基板載置台内部にはヒータが設けられたことを特徴とする。請求項4記載の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載の基板載置装置と、赤外線検出装置とを有する温度測定装置であって、前記赤外線検出

装置は、前記光路体の前記基板表面側とは反対の端部に取り付けられたことを特徴とする。請求項5記載の発明は、請求項4記載の温度測定装置であって、前記赤外線検出装置には、前記基板載置台上に載置された測定対象物から放出され、前記光路体に入射した赤外線を検出する赤外線受光部が設けられたことを特徴とする。請求項6記載の発明は、請求項5記載の温度測定装置であって、前記赤外線受光部は、前記測定対象物の放射率が0.6以上となる波長の赤外線を検出できるように構成されたことを特徴とする。請求項7記載の発明は、請求項5又は請求項6のいずれか1項記載の温度測定装置であって、前記赤外線検出装置には赤外線送光部が設けられ、前記赤外線送光部から射出された赤外線が前記光路体を通して前記測定対象物に照射され、前記測定対象物で反射された反射赤外線が前記光路体を通して前記赤外線受光部で受光されるように構成されたことを特徴とする。請求項8記載の発明は、請求項7記載の温度測定装置であって、前記赤外線送光部は、前記測定対象物の放射率が0.6以上となる波長の赤外線を射出するように構成されたことを特徴とする。この請求項8又は請求項6の場合において、測定対象物がシリコン基板の場合、放射率が0.6となる赤外線としては、波長が $1.0 \times 10^{-6}$ m未満の赤外線がよい。請求項9記載の発明は、請求項7又は請求項8のいずれか1項記載の温度測定装置であって、前記反射赤外線の検出結果と、前記測定対象物から放出された赤外線の検出結果とから、前記測定対象物の温度を求めるように構成されたことを特徴とする。請求項10記載の発明は、真空槽と、請求項4乃至請求項9のいずれか1項記載の温度測定装置を有し、前記真空槽内に前記基板載置装置が配置された真空処理装置であって、前記光路体の前記基板表面側とは反対の端部は、前記真空槽外に気密に導出され、前記赤外線検出装置は前記真空槽外に配置されたことを特徴とする。

【0027】本発明は上記のように構成されており、基板載置台の孔内には赤外線の光路体が配置されており、基板載置台上に基板を載置すると、光路体の先端は基板の裏面に非接触、又はごく軽く接触した状態で位置するようにされている。

【0028】基板載置台が放射する赤外線が光路体の先端から内部に侵入すると、測定上の誤差になる。基板載置台内部にヒータが設けられている場合には、ヒータの発熱が誤差になる。

【0029】そのため、光路体先端と基板裏面とは非接触の状態でできるだけ近接しているか、又は軽く接触していることが望ましい。接触するように構成すると、光路体先端が汚染される場合には、非接触の状態にしておくことが望ましい。

【0030】光路体の下端部先端部分には、赤外線検出装置を取り付ける必要があるため、光路体下端部を真空槽外に気密に導出し、赤外線検出装置を大気雰囲気中に

置くようにするとよい。

【0031】また、測定対象物である基板の放射率 $\epsilon$ を測定するためには、基板の反射率 $\rho$ を測定する必要があるため、赤外線検出装置内に、発光ダイオード等で構成した赤外線送光部を設け、光路体を介して基板裏面に赤外線を照射し、反射によって返光された反射赤外線を、光路体を介して受光するとよい。受光のためには赤外線受光部を設け、測定対象物が放射する赤外線と、反射赤外線とを同時又は個別に測定するとよい。

10 【0032】測定には、波長 $1.0 \times 10^{-6}$ m未満の赤外線を用い、基板を透過する赤外線の影響を排除するとよい。

【0033】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を図面を用いて説明する。図1を参照し、符号10は、本発明の真空処理装置の一例であり、ここではエッチング装置が例示されている。

20 【0034】この真空処理装置10は、真空槽11を有しており、真空槽11底壁には、基板載置台14を有する基板載置装置が配置されている。この基板載置台14には、静電吸着装置が用いられており、電気絶縁性の誘電体21を有している。誘電体21内の表面近傍には2枚の静電吸着電極22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>が設けられており、誘電体21内のその下方位置には、ヒータ28が設けられている。

30 【0035】真空槽11内の天井側にはカソード電極23が設けられており、カソード電極23表面と基板載置台14表面とは平行になるように配置されている。真空槽11の外部には、電源31～33が配置されており、静電吸着電極22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>と、ヒータ28と、カソード電極23とは、それぞれ電源31～33に接続されている。

【0036】真空槽11は接地電位に接続されており、静電吸着電極22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>は、電源31によって、それぞれ正電圧と負電圧が印加されるように構成されている。

【0037】基板載置台14上に基板12を載置し、静電吸着電極22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>に電圧を印加した場合、基板12が基板載置台14表面に静電吸着され、基板載置台14と基板12との間は、熱伝導率が非常に高い状態になる。

【0038】また、誘電体21は熱伝導率が高い材料で構成されており、基板12が静電吸着された状態でヒータ28に通電して発熱させると、基板12が素早く加熱されるようになっている。

50 【0039】誘電体21には、貫通孔5が設けられており、その内部には光路体4が挿入されている。光路体4はいわゆる光ファイバーであり、円柱状の石英の棒によって構成されている。この光路体4は、円形の貫通孔5の内壁面とできるだけ近接する大きさに形成されてい

る。

【0040】光路体4の上部先端部分は、誘電体21で構成された基板載置台14の表面よりも低い位置に配置されており、従って、基板載置台14表面に基板12を載置した場合、光路体4の上部先端部分は基板12の裏面と接触しないようになっている。

【0041】光路体4の上部先端部分は、非接触の状態で基板12裏面に近接するように配置されており、ここでは、基板12裏面と光路体4上部先端部分の間隔(基板載置台14表面と光路体4の高さの差)は、約0.2mm〜1.0mmになるようにされている。

【0042】光路体4は、真空槽11の底壁面に気密に挿通されており、その下端部は真空槽11の外部に導出され、その先端部分には、赤外線検出装置6が取り付けられている。赤外線検出装置6及び光路体4の下部先端部分は、筐体8内に収容されており、筐体8からは、赤外線検出装置6を測定装置本体7に接続するコードが導出されている。

【0043】赤外線検出装置6内には、赤外線受光部6<sub>1</sub>と赤外線送光部6<sub>2</sub>とが設けられており、赤外線送光部6<sub>2</sub>が放射した赤外線は、光路体4を通過し、基板12の裏面で反射され、その反射赤外光が光路体4を通過すると赤外線受光部6<sub>1</sub>に入射するように構成されている。

【0044】このような基板載置台14を用い、基板12をエッチング処理する場合、先ず、真空処理装置10内を予め真空雰囲気にし、上記のように基板12を基板載置台14(予め加熱されている)の上に載置し、装置本体7を用い、基板12を静電吸着をしない状態で、赤外線受光部6<sub>1</sub>に入射する波長0.95×10<sup>-6</sup>mの赤外線の光量を測定する。

【0045】このとき基板載置台14の温度は基板12の温度よりも高いので、基板載置台14から放射される赤外線の光量(バックグラウンド量)は基板12から放射される赤外線の光量よりも大きくなる。従って、ここでの赤外線受光量をバックグラウンド量とすることができ

る。

【0046】次に、基板12を基板載置台14に静電吸着すると、基板12と基板載置台14の間の熱伝導が良くなるため、基板12がヒータ28によって加熱されて昇温し、それに伴い、基板12から放射される赤外線の量が増加する。

【0047】基板が概ね設定温度(ここでは200℃)に達した後、赤外線受光部6<sub>1</sub>に入射する波長0.95×10<sup>-6</sup>mの赤外線の光量を測定する。このときの測定量は基板12が放射する赤外線の光量とバックグラウンド量とを加算した値になる。

【0048】この測定量(基板12からの赤外線放射量+バックグラウンド量)から前記の静電吸着なしで測定した光量(バックグラウンド量)を差し引くことにより、

基板12からの赤外線放射量が求められる。

【0049】基板12は、基板載置台14表面に静電吸着されており、基板12の温度と基板載置台14の温度の差はわずかであり、また、光路体4先端が基板12裏面に近接しているため、基板載置台14から放射された赤外線が基板12裏面で反射して光路体4中に入射する光量は僅かである。従って、この光路体4を有する温度測定装置では、バックグラウンドの光量は非常に小さくなっている。

10 【0050】基板12からの赤外線放射量を測定した後、赤外線送光部6<sub>2</sub>から波長0.95×10<sup>-6</sup>mの赤外線を出させ、基板12裏面で反射させ、反射によって返光された反射赤外光を赤外線受光部6<sub>1</sub>で検出する。反射率は、下記式、

反射率 = 反射赤外光量 / 射出赤外光量

で定義されるから、反射率を求めると、放射率εは、下記式、

放射率ε = 1 - 反射率

により求められる。

20 【0051】ここで求められた放射率εと、前述の測定から求められた基板12からの赤外線放射量とから、基板12の実温度が求められる。

【0052】上記のような放射率εの測定と、基板12からの赤外線放射量の測定を交互に繰り返しながら基板12の温度を監視し、ヒータ28への通電量を制御することで、基板12の温度制御を行う。ここでは1秒間に最大30回の温度測定を行っている。

30 【0053】基板12が所定温度に昇温したところでガス導入系13からエッチングガスを導入すると共にカソード電極23に電圧を印加し、項目案12表面にプラズマを生成させ、基板12のエッチングを行う。

【0054】エッチングの最中においても基板12の放射率εの測定と赤外線放射量の測定を繰り返すを行い、基板12の温度が一定になるようにヒータ28への通電量を制御すると精度のよいエッチング処理を行うことができる。

40 【0055】以上説明したように、本発明によれば、真空処理装置10内での真空処理中に、処理と並行して基板の温度測定を行うことができるので、正確な温度制御を行うことができる。また、基板毎に放射率εを測定することができるので、測定結果が正確である。

【0056】なお、上記実施例では、石英性の棒を光路体に用いたが、サファイヤの棒を用いてもよい。要するに、基板裏面が放射又は反射した赤外線を減衰させない材料であればよい。

【0057】また、上記の実施例では、シリコン基板に対して波長0.95×10<sup>-6</sup>mの赤外線を用いたが、測定対象物がガリウム・ヒ素基板等の他の材料で構成されている場合、赤外線の波長を変えることができる。

50 【0058】更にまた、上記の真空処理装置10はエッ

9

10

チング装置であったが、本発明の真空処理装置は、スパッタリング装置、CVD装置、蒸着装置等の真空雰囲気中で基板を処理する真空処理装置を広く含むものである。

【0059】

【発明の効果】真空処理中でも基板温度が正確に測定できる。基板毎に放射率を測定できるので、種々の基板の温度を正確に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の真空処理及び温度測定装置を説明するための図

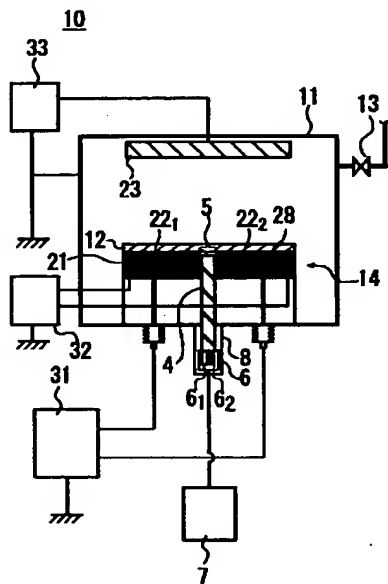
【図3】シリコン基板の場合の赤外線波長と放射率との関係を示すグラフ

【図4】黒体の赤外線波長と放射強度の関係を示すグラフ

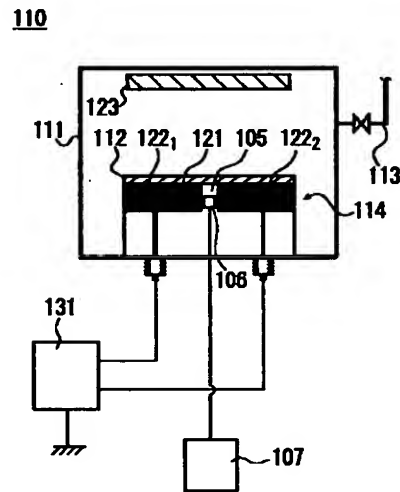
【符号の説明】

4……光路体 5……孔 6……赤外線検出装置  
61……赤外線受光部 62……赤外線送光部 10……真空処理装置  
1……真空槽 12……測定対象物(基板) 14……基板載置台 21……ヒータ 22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>……静電吸着電極

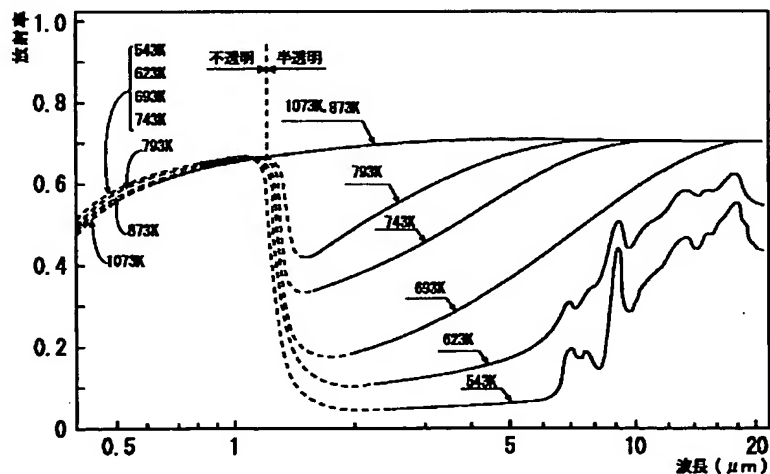
【図1】



【図2】

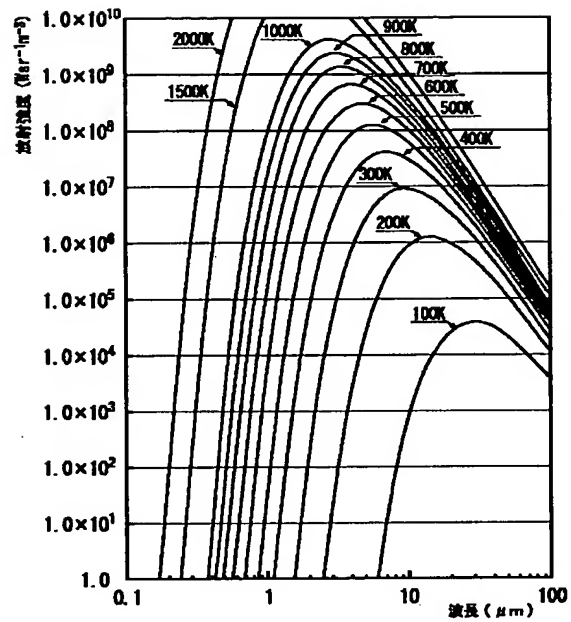


【図3】





【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 孝一

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術  
株式会社裾野工場内

(72)発明者 小平 周司

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術  
株式会社裾野工場内

(72)発明者 森本 直樹

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術  
株式会社裾野工場内

Fターム(参考) 2G066 AB02 AC01 AC11 BA18 BA38  
BA51 BB03 CA01

4M106 AA01 CA19 CA31 DH02 DH13

DJ06 DJ18 DJ19 DJ20 DJ32

5F004 AA01 BA04 BB16 BB17 BB26

CA04 CB12

5F045 AA08 DP05 DP28 EK07 EM05

GB05 GB17

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-093882

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065  
G01J 5/02  
H01L 21/205  
H01L 21/66

(21)Application number : 11-268328

(71)Applicant : ULVAC JAPAN LTD

(22)Date of filing : 22.09.1999

(72)Inventor : TAMAGAWA KOICHI  
KONDO TOMOYASU  
NAKAJIMA KOICHI  
KODAIRA SHUJI  
MORIMOTO NAOKI

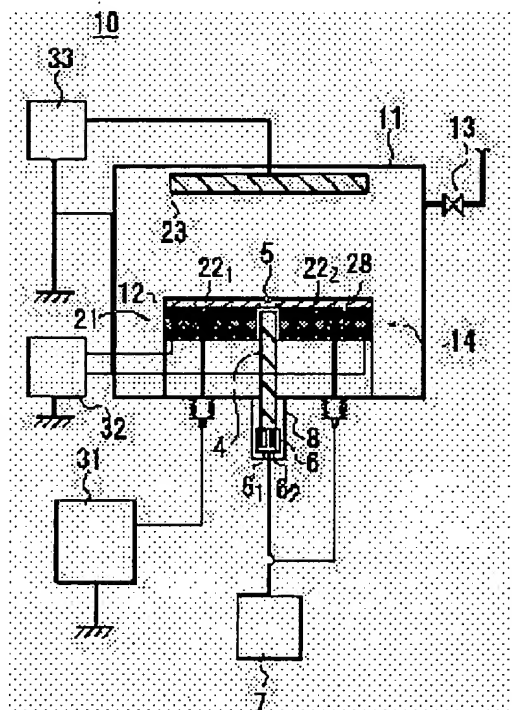
## (54) TEMPERATURE MEASURING DEVICE AND VACUUM TREATING DEVICE EQUIPPED WITH THE SAME

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a technique for accurately measuring the temperature of a substrate during vacuum treatment.

**SOLUTION:** A substrate placing plate 14 is provided with a hole 5, so that an optical path body 4 can be inserted and arranged. The upper top end part of the optical path body 4 is arranged, so as not to be brought into contact with a substrate 12 on the substrate-placing plate 14, the lower part of the optical path body is derived airtightly outside a vacuum tank 11, and an infrared detector 6 is mounted on the end top part. Infrared rays emitted from the back face of the substrate 12 are received by an infrared-receiving part 61 in the infrared detector 6, so that the temperature of the substrate 12 can be

measured accurately. The infrared detector 6 is provided with an infrared-transmitting part 62, and the emissivity of the substrate 12 is calculated from the quantity of the infrared rays reflected on the back face of the substrate 12, so that the temperature can be measured



exactly.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention starts the technical field which performs the thermometry of the substrate under vacuum processing, and relates to the technique of performing a thermometry especially using infrared radiation.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, since a semiconductor device makes it \*\*\*\* detailed and the substrate (wafer) of the diameter of macrostomia is used, the technique which controls a process to a precision is searched for. In order to control a process in a vacuum ambient atmosphere, the technique which acts as the monitor of the temperature of a substrate correctly is needed.

[0003] Explanation of the temperature monitor approach of the conventional technique shows the etching system 110 to drawing 2 as an example of the vacuum processor of the conventional technique. This etching system 110 has the vacuum tub 111, and the electrostatic adsorber 114 is arranged on the bottom wall of this vacuum tub 111.

[0004] The electrostatic adsorber 114 has dielectric materials 121 and the electrostatic adsorption electrodes 1221 and 1222 of the positive/negative embedded in these dielectric materials 121. It connects with the power source 131 arranged out of the vacuum tub 111, and each electrostatic adsorption electrodes 1221 and 1222 are constituted so that a forward electrical potential difference and a negative electrical potential difference may be impressed, respectively.

[0005] The hole 105 is formed in dielectric materials 121, and infrared detection equipment 106 is arranged in this hole 105. This infrared detection equipment 106 is connected to the body 107 of a measuring device arranged out of the vacuum tub 111.

[0006] If etching gas is introduced from a gas feed system 113 and an electrical potential difference is impressed to the cathode electrode 123 after arranging the cathode electrode 123 and carrying out evacuation of the inside of the vacuum tub 111 to the head-lining side of the vacuum tub 111, it is constituted so that the plasma may be generated by about 123 cathode electrode.

[0007] A sign 112 is the substrate of a processing object and is arranged on the electrostatic adsorber 114. The heater which is not illustrated is arranged in the electrostatic adsorber 114, and it is heated by predetermined temperature at the heater.

[0008] If about 123 cathode electrode is made to generate the plasma where a substrate 112 is laid on the electrostatic adsorber 114, substrate 112 front face will be put to the plasma, and etching of substrate 112 front face will be performed by the etching gas activated in the plasma.

[0009] If infrared detection equipment 106 approaches the rear face of a substrate 112, and is arranged, a substrate 112 carries out a temperature up and infrared radiation is emitted from substrate 112 rear face, the infrared radiation will be detected by infrared detection equipment 106. If a detection result is transmitted to the body 107 of a measuring device, the temperature of a substrate 112 will be measured with the body 107 of a measuring device. As mentioned above, if the infrared radiation emitted from substrate 112 rear face is detected, it will become possible to perform a thermometry also about the

substrate 112 under vacuum processing of etching etc.

[0010] However, the reinforcement of the infrared radiation emitted from the substrate of the measuring object serves as a value which changes with factors, such as high impurity concentration in a substrate, a configuration on the front face of a substrate, and classes (a metal membrane, silicon oxide, etc.) of thin film currently formed. Therefore, when measuring the temperature of two or more substrates, even if the infrared reinforcement emitted and detected from each substrate is the same value, the temperature of a substrate is not necessarily equal.

[0011] So, with the conventional technique, a thermocouple is attached in the substrate of the same class as the substrate which actually performs vacuum processing, before starting a process. The temperature which carries in the substrate in the vacuum tub 111, and performs a thermometry with a thermocouple and infrared detection equipment 106, and the body 107 of a measuring device shows, It asks for relation with the temperature which the thermocouple measured beforehand, and he amends from the relation placed beforehand in quest of the temperature which the body 107 of a measuring device shows, and was trying to acquire exact temperature in an actual process.

[0012] However, the measurement which used the thermocouple for every class of substrate is needed, and the above approaches are complicated.

[0013] Moreover, it is known for the case where the substrates of a measuring object object are the case where infrared wavelength is  $1.0 \times 10^{-6}$  or more m in a case at a silicon single crystal, and less than  $1.0 \times 10^{-6}$  m that the permeability of a substrate will change a lot.

[0014] The graph shown in drawing 3 shows the temperature of a silicon substrate, and the relation of emissivity. When wavelength is larger than  $1.0 \times 10^{-6}$  m, and a substrate is low temperature, it is especially shown that it will be in a translucent condition.

[0015] Thus, since a substrate will be in a translucent condition to infrared radiation with larger wavelength than  $1.0 \times 10^{-6}$  m, the infrared radiation which the plasma formed in the substrate front face emits will penetrate a substrate. In this case, when the infrared detection equipment 106 arranged at the substrate rear face detects that infrared radiation, there is a problem of it becoming impossible for the temperature of a substrate 112 to measure correctly.

[0016] On the other hand, when it is going to measure the infrared radiation of less than  $1.0 \times 10^{-6}$  m of wavelength with which a substrate 112 will be in an opaque condition, the reinforcement of the infrared radiation emitted from a substrate 112 is low, and in order for the infrared radiation emitted from the electrostatic adsorber 114 to invade in infrared detection equipment 106 and to bring about a measurement error, with the above infrared detection equipments 106, there is a problem that substrate temperature cannot be measured with a sufficient precision.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is created in order that this invention may solve unarranging [ of the above-mentioned conventional technique ], and the purpose is in offering the technique which can measure substrate temperature with a sufficient precision during processing in a vacuum ambient atmosphere.

[0018]

[Means for Solving the Problem] It is a thermometer using a radiation thermometer having relation with the fixed property of the electromagnetic wave emitted from a measuring object object as the temperature of a measuring object object. The electromagnetic wave emitted from the front face of a full radiator (blackbody) is expressed with the formula of the following plank as known well.

[0019]

[Equation 1]

$$L(\lambda, T) = \frac{2C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp \left( \frac{C_2}{\lambda T} \right) - 1}$$

$L(\lambda, T)$ : 波長  $\lambda$ 、温度  $T$  における分光放射輝度

$C_1$ : 放射の第1定数 =  $5.9548 \times 10^{-17} \text{ W} \cdot \text{m}^2$

$C_2$ : 放射の第2定数 =  $0.014388 \text{ m} \cdot \text{K}$

[0020] The spectral radiance of blackbody is shown in the graph of drawing 4. This drawing shows the following things.

- (1) Thermal radiation energy decreases, so that temperature is low.
- (2) Wavelength distribution of thermal radiation energy shifts to a long wavelength side, so that temperature becomes low.

[0021] If an actual measuring object object is an imperfect radiator and the emissivity of the measuring object is set to epsilon,  $T$  is the following formula and  $L(\lambda, S)$  the indicated temperature  $S$  of the appearance of a radiation-temperature form, and whenever [ actual temperature ]. = It is connected by epsilon- $L(\lambda, T)$ . Therefore, if the indicated temperature  $S$  and emissivity epsilon of wavelength  $\lambda$  and a measuring object object are known, it can ask for  $T$  whenever [ actual temperature / of a measuring object object ].

[0022] On the other hand, the relation of a degree type between the absorption coefficient alpha of a measuring object object, and a reflection factor rho and permeability tau is.

$\alpha + \rho + \tau = 1$  [0023] According to the principle of Kirchhoff in thermal radiation equilibrium, the emissivity epsilon of the matter is equal to an absorption coefficient alpha. Furthermore, when a measuring object object is opaque, since it is  $\tau = 0$ , emissivity epsilon can be expressed with the following formula.

$\epsilon(\alpha) = 1 - \rho$  [0024] If the permeability tau of a measuring object object is zero and the reflection factor rho of a measuring object object will be measured to the infrared wavelength used for measurement after all, it can ask for emissivity epsilon.

[0025] In order to perform measurement of a reflection factor rho, and the thermometry based on emissivity epsilon, the technique of leading the infrared radiation which a measuring object object reflects or emits to a photo detector is needed.

[0026] Invention which this invention applied the technique based on the above-mentioned knowledge to the process in a vacuum ambient atmosphere, and was indicated by the claim 1 is substrate installation equipment, is inserted into the substrate installation base where the substrate of a processing object is laid in a front face, the hole prepared in said substrate installation base, and the aforementioned hole, and is characterized by to have the optical-path object of the infrared radiation with which the end has been arranged near [ said ] the substrate front face. Invention according to claim 2 is substrate installation equipment according to claim 1, and if an electrostatic adsorption electrode is prepared in the interior of said substrate installation base and an electrical potential difference is impressed to said electrostatic adsorption electrode, it will be characterized by being constituted so that the electrostatic adsorption of the laid substrate can be carried out. Invention according to claim 3 is substrate installation equipment of claim 1 or claim 2 given in any 1 term, and is characterized by forming a heater in the interior of said substrate installation base. Invention according to claim 4 is thermometry equipment which has the substrate installation equipment and infrared detection equipment of claim 1 thru/or claim 3 given in any 1 term, and said infrared detection equipment is characterized by being attached in the edge where said substrate front-face side of said optical-path object is opposite. Invention according to claim 5 is thermometry equipment according to claim 4, is emitted to said infrared detection equipment from the measuring object object laid on said substrate installation base, and is characterized by preparing the infrared light sensing portion which detects the infrared radiation which carried out incidence to said optical-path object. Invention according to claim 6 is thermometry equipment

according to claim 5, and said infrared light sensing portion is characterized by being constituted so that the infrared radiation of wavelength with which the emissivity of said measuring object object becomes 0.6 or more can be detected. Invention according to claim 7 is thermometry equipment of claim 5 or claim 6 given in any 1 term. An infrared emitter part is prepared in said infrared detection equipment, and the infrared radiation injected from said infrared emitter part is irradiated by said measuring object object through said optical-path object. It is characterized by being constituted so that the reflective infrared radiation reflected by said measuring object object may be received by said infrared light sensing portion through said optical-path object. Invention according to claim 8 is thermometry equipment according to claim 7, and said infrared emitter part is characterized by being constituted so that the infrared radiation of wavelength with which the emissivity of said measuring object object becomes 0.6 or more may be injected. In the case of this claim 8 or claim 6, when a measuring object object is a silicon substrate, as infrared radiation with which emissivity is set to 0.6, the infrared radiation of less than  $1.0 \times 10^{-6} \text{m}$  has good wavelength. Invention according to claim 9 is thermometry equipment of claim 7 or claim 8 given in any 1 term, and is characterized by consisting of a detection result of said reflective infrared radiation, and a detection result of the infrared radiation emitted from said measuring object object so that the temperature of said measuring object object may be searched for. Invention according to claim 10 has thermometry equipment of a vacuum tub, and claim 4 thru/or claim 9 given in any 1 term, it is the vacuum processor with which said substrate installation equipment has been arranged in said vacuum tub, the edge where said substrate front-face side of said optical-path object is opposite is airtightly drawn out of said vacuum tub, and it is characterized by having arranged said infrared detection equipment out of said vacuum tub.

[0027] If this invention is constituted as mentioned above, the infrared optical-path object is arranged in the hole of a substrate installation base and a substrate is laid on a substrate installation base, he is trying to locate the tip of an optical-path object in the rear face of a substrate in the condition of having contacted non-contact or very lightly.

[0028] If the infrared radiation which a substrate installation base emits trespasses upon the interior from the tip of an optical-path object, it will become an error on measurement. When the heater is formed in the interior of a substrate installation base, generation of heat of a heater becomes an error.

[0029] Therefore, as for an optical-path object tip and a substrate rear face, it is desirable that it is close as much as possible in the non-contact condition, or is lightly in contact. If it constitutes so that it may contact, when an optical-path object tip will be polluted, it is desirable to change into a non-contact condition.

[0030] Since it is necessary to attach infrared detection equipment in a part for the lower limit section point of an optical-path object, it is good for it to draw the optical-path object lower limit section airtightly out of a vacuum tub, and to place infrared detection equipment into an atmospheric-air ambient atmosphere.

[0031] Moreover, since it is necessary to measure the reflection factor  $\rho$  of a substrate in order to measure the emissivity  $\epsilon$  of the substrate which is a measuring object object, it is good to receive the reflective infrared radiation which prepared the infrared emitter part constituted from light emitting diode etc. in infrared detection equipment, irradiated infrared radiation at the substrate rear face through the optical-path object, and was \*\*\*\*(ed) by reflection through an optical-path object. It is good to measure the infrared radiation which prepares an infrared light sensing portion for light-receiving, and a measuring object object emits, and reflective infrared radiation according to coincidence or an individual.

[0032] It is good for measurement to eliminate the effect of the infrared radiation which penetrates a substrate using the infrared radiation of less than  $1.0 \times 10^{-6} \text{m}$  of wavelength.

[0033]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt of this invention is explained using a drawing. With reference to drawing 1, a sign 10 is an example of the vacuum processor of this invention, and the etching system is illustrated here.

[0034] This vacuum processor 10 has the vacuum tub 11, and the substrate installation equipment which

has the substrate installation base 14 is arranged on the vacuum tub 11 bottom wall. The electrostatic adsorber is used for this substrate installation base 14, and it has the dielectric 21 of electric insulation. Near the front face in a dielectric 21, the electrostatic adsorption electrodes 221 and 222 of two sheets are formed, and the heater 28 is formed in the lower part location in a dielectric 21.

[0035] The cathode electrode 23 is formed in the head-lining side in the vacuum tub 11, and cathode electrode 23 front face and substrate installation base 14 front face are arranged so that it may become parallel. Power sources 31-33 are arranged in the exterior of the vacuum tub 11, and the electrostatic adsorption electrodes 221 and 222, the heater 28, and the cathode electrode 23 are connected to power sources 31-33, respectively.

[0036] The vacuum tub 11 is connected to touch-down potential, and the electrostatic adsorption electrodes 221 and 222 are constituted so that a forward electrical potential difference and a negative electrical potential difference may be impressed according to a power source 31, respectively.

[0037] When a substrate 12 is laid on the substrate installation base 14 and an electrical potential difference is impressed to the electrostatic adsorption electrodes 221 and 222, electrostatic adsorption of the substrate 12 is carried out on substrate installation base 14 front face, and it will be in the condition that thermal conductivity is very high, between the substrate installation base 14 and a substrate 12.

[0038] Moreover, it consists of ingredients with high thermal conductivity, and if a substrate 12 energizes at a heater 28 and makes it generate heat where electrostatic adsorption is carried out, as for a dielectric 21, a substrate 12 will be heated quickly.

[0039] The through tube 5 is formed in the dielectric 21, and the optical-path object 4 is inserted in the interior. The optical-path object 4 is the so-called optical fiber, and is constituted by the rod of a cylinder-like quartz. This optical-path object 4 is formed in the internal surface of the circular through tube 5, and the magnitude which approaches as much as possible.

[0040] When a part for the up point of the optical-path object 4 is arranged in the location lower than the front face of the substrate installation base 14 which consisted of dielectrics 21, therefore a substrate 12 is laid in substrate installation base 14 front face, the amount of [ of the optical-path object 4 ] up point contacts the rear face of a substrate 12.

[0041] A part for the up point of the optical-path object 4 is arranged so that substrate 12 rear face may be approached in the non-contact condition, and he is trying to set substrate 12 rear face and spacing for an optical-path object 4 up point (difference of the height of substrate installation base 14 front face and the optical-path object 4) to about 0.2mm - 1.0mm here.

[0042] The optical-path object 4 is airtightly inserted in the bottom wall side of the vacuum tub 11, the lower limit section is drawn by the exterior of the vacuum tub 11, and infrared detection equipment 6 is attached in a part for the point. A part for the lower point of infrared detection equipment 6 and the optical-path object 4 is held in the housing 8, and the code which connects infrared detection equipment 6 to the body 7 of a measuring device is drawn from the housing 8.

[0043] The optical-path object 4 is passed and it is reflected with the rear face of a substrate 12, and if the reflective infrared light passes the optical-path object 4, the infrared radiation which the infrared light sensing portion 61 and the infrared emitter part 62 are formed in infrared detection equipment 6, and the infrared emitter part 61 emitted is constituted so that incidence may be carried out to the infrared light sensing portion 62.

[0044] When carrying out etching processing of the substrate 12 using such a substrate installation base 14, first, the inside of the vacuum processor 10 is beforehand made into a vacuum ambient atmosphere, a substrate 12 is laid on the substrate installation base 14 (heated beforehand) as mentioned above, and the quantity of light of the infrared radiation of the 0.95x10 to 6 m wavelength which carries out incidence of the substrate 12 to the infrared light sensing portion 61 in the condition of not carrying out electrostatic adsorption is measured using the body 7 of equipment.

[0045] Since the temperature of the substrate installation base 14 is higher than the temperature of a substrate 12 at this time, the quantity of light (the amount of background) of the infrared radiation emitted from the substrate installation base 14 becomes larger than the quantity of light of the infrared radiation emitted from a substrate 12. Therefore, infrared light income here can be made into the amount



of background.

[0046] Next, if electrostatic adsorption is carried out on the substrate installation base 14, since heat conduction between a substrate 12 and the substrate installation base 14 will become good, a substrate 12 is heated at a heater 28 and carries out the temperature up of the substrate 12, and in connection with it, the amount of the infrared radiation emitted from a substrate 12 increases.

[0047] After a substrate reaches laying temperature (here 200 degrees C) in general, the quantity of light of the infrared radiation of the 0.95x10 to 6 m wavelength which carries out incidence to the infrared light sensing portion 61 is measured. The measurand at this time becomes a value adding the quantity of light and the amount of background of the infrared radiation which a substrate 12 emits.

[0048] By deducting the quantity of light (the amount of background) measured without the aforementioned electrostatic adsorption from this measurand (the amount of infrared radiant-quantities + background from a substrate 12), the infrared radiant quantities from a substrate 12 are calculated.

[0049] Electrostatic adsorption is carried out on substrate installation base 14 front face, the substrates 12 of the difference of the temperature of a substrate 12 and the temperature of the substrate installation base 14 are few, and since optical-path object 4 tip is close to substrate 12 rear face, its quantity of light which the infrared radiation emitted from the substrate installation base 14 reflects with the substrate 12 rear face, and carries out incidence into the optical-path object 4 is slight. Therefore, with the thermometry equipment which has this optical-path object 4, the quantity of light of the background is very small.

[0050] After measuring the amount of infrared emission from a substrate 12, make the infrared radiation of 0.95x10 to 6 m wavelength inject from the infrared emitter part 62, it is made to reflect with the substrate 12 rear face, and the reflective infrared light \*\*\*\*(ed) by reflection is detected by the infrared light sensing portion 61. A reflection factor is the following type and a reflection factor. = Since it defines as the amount of reflective infrared light / the amount of injection infrared light, if it asks for a reflection factor, emissivity epsilon is the following type and emissivity epsilon. It asks with a = 1 - reflection factor.

[0051] Whenever [ actual temperature / of a substrate 12 ] is calculated from the emissivity epsilon called for here and the amount of infrared emission from the substrate 12 called for from the above-mentioned measurement.

[0052] The temperature of a substrate 12 is supervised repeating measurement of the above emissivity epsilon, and measurement of the amount of infrared emission from a substrate 12 by turns, and performing them, and temperature control of a substrate 12 is performed by controlling the amount of energization to a heater 28. Here, a maximum of 30 thermometries are performed in 1 second.

[0053] While introducing etching gas from a gas feed system 13 in the place as for which the substrate 12 carried out the temperature up to predetermined temperature, impress an electrical potential difference to the cathode electrode 23, and \*\*\*\*\* 12 front face is made to generate the plasma, and a substrate 12 is etched.

[0054] It carries out by repeating measurement of the emissivity epsilon of a substrate 12, and measurement of the amount of infrared emission also in the midst of etching, and if the amount of energization to a heater 28 is controlled so that the temperature of a substrate 12 becomes fixed, accurate etching processing can be performed.

[0055] Since the thermometry of a substrate can be performed in parallel to processing during vacuum processing within the vacuum processor 10 according to this invention as explained above, exact temperature control can be performed. Moreover, since emissivity epsilon can be measured for every substrate, a measurement result is exact.

[0056] In addition, in the above-mentioned example, although the rod of quartz nature was used for the optical-path object, the rod of sapphire may be used. What is necessary is just the ingredient which, in short, does not attenuate the infrared radiation which the substrate rear face emitted or reflected.

[0057] Moreover, in the above-mentioned example, although the infrared radiation of 0.95x10 to 6 m wavelength was used to the silicon substrate, when the measuring object object is constituted by other ingredients, such as a gallium and an arsenic substrate, infrared wavelength can be changed.

[0058] Furthermore, although the above-mentioned vacuum processor 10 was an etching system, the vacuum processor of this invention contains widely the vacuum processor which processes a substrate in vacuum ambient atmospheres, such as a sputtering system, a CVD system, and vacuum evaporationo equipment, again.

[0059]

[Effect of the Invention] Substrate temperature can measure correctly also in vacuum processing. Since emissivity can be measured for every substrate, the temperature of various substrates can be measured correctly.

---

[Translation done.]